تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک/ جلد چهارم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۴۰۱، ص ۸۶-۷۷

مقاله پژوهشی

تأثیر کودهای شیمیایی و ورمی‌کمپوست بر ویژگی‌های خاک مزرعه و غلظت عناصر غذایی دانه کینوا رقم Red در منطقه سیستان

افسانه سلطان‌زاده[۱]، سید احمد قنبری[۲]، اسماعیل سیدآبادی[۲*]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
۲- گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

* مسئول مکاتبه: E.Seyedabadi@uoz.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۲۹ **DOI: 10.22034/CSRAR.2022.320562.1170**

چکیده

به‌منظور ارزیابی برخی از ویژگی‌های خاک مزرعه و غلظت عناصر غذایی دانه گیاه کینوا (*Chenopodium quinoa*)، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در مزرعه پژوهشی دانشگاه زابل اجرا گردید. ورمی‌کمپوست به‌عنوان عامل اصلی در سه سطح (صفر، ۵ و ۱۰ تن در هکتار) و کود شیمیایی به‌عنوان عامل فرعی در چهار سطح (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد توصیه شده) در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد اثر تلفیقی ورمی‌کمپوست و کودهای شیمیایی در تمام خصوصیات اندازه‌گیری شده (غلظت عناصر N، P، K، Fe، Zn در دانه و ماده آلی خاک) به‌جز غلظت پتاسیم محلول خاک، معنی‌دار بود. مصرف ۱۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار به همراه ۱۰۰ درصد توصیه شده از کود شیمیایی منجر به افزایش نیتروژن دانه، فسفر دانه، پتاسیم دانه، روی دانه، آهن دانه و ماده آلی خاک به ترتیب به میزان ۱۸/۷۱، ۴۸/۷۱، ۱۶/۶۶، ۵/۹۷، ۵۰/۶۴ و ۱۱/۸۲ درصد در مقایسه با تیمار شاهد شد. اثر ساده ورمی‌کمپوست بر غلظت پتاسیم محلول خاک معنی‌دار بود و غلظت این عنصر تحت اثر ساده کودهای شیمیایی و اثر تلفیقی ورمی‌کمپوست و کودهای شیمیایی قرار نگرفت. بیشترین مقدار پتاسیم محلول خاک از تیمار ۱۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار به‌دست آمد که در مقایسه با تیمار شاهد حدود ۲۹/۲ درصد افزایش داشت. نتایج کلی مطالعه حاضر نشان داد که کاربرد ۱۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار به همراه کودهای شیمیایی باعث افزایش مواد آلی خاک و همچنین افزایش غلظت عناصر غذایی دانه کینوا گردید.

واژه‌های کلیدی: پتاسیم دانه، کودهای آلی، ماده آلی خاک، نیتروژن دانه

مقدمه

تعیین نیاز غذایی گیاه از جنبه‌های بسیاری ازجمله بهبود رشد گیاه و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی حائز اهمیت می‌باشد (Pasandi Pour and Farahbakhsh, 2017). کودهای آلی مانند ورمی‌کمپوست با افزایش فراهمی رطوبت و عناصر غذایی قابل‌دسترس گیاهان و به دنبال آن افزایش ماده آلی خاک سبب بهبود عملکرد گیاهان می‌شوند (Rigi *et al.*, 2020). ورمی‌کمپوست ازجمله کودهای آلی با pH تنظیم‌شده، دارای عناصر غذایی به فرم قابل جذب برای گیاه، سرشار از مواد هیومیک، دارای انواع ویتامین‌ها، هورمون‌های محرک رشد و آنزیم‌ها می‌باشد (Ngo *et al.*, 2013). استفاده از این نوع کود نه‌تنها بر عملکرد گیاه تأثیرگذار است، بلکه بر ساختار و اصلاح خاک نیز به‌صورت چشم‌گیری مؤثر می‌باشد (Rigi *et al.*, 2020).

کینوا گیاهی دولپه‌ای، از خانواده *Amaranthaceae*، سه‌کربنه و هالوفیت اختیاری است که جزء شبه‌غلات دسته‌بندی می‌شود. مقاومت بالای این گیاه در برابر انواع تنش‌های محیطی ازجمله تنش شوری و خشکی موجب شده است که سازگاری وسیعی به شرایط مختلف اقلیمی داشته باشد (Bhargava *et al.*, 2006). این گیاه دماهای بین ۱- تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد و تا قبل از گل‌دهی یخزدگی را تحمل می‌کند (Jancurova *et al.*, 2009). کینوا را می‌توان در انواع مختلف خاک و pH بین ۶ تا ۸/۵ کشت نمود (Jancurova *et al.*, 2009). خاک مطلوب این گیاه شنی-لومی تا لومی-شنی است (Sepahvand, 2013). در ایران ژنوتیپ‌های روزکوتاه کینوا در چهار منطقه سیستان و بلوچستان، خوزستان، جنوب استان کرمان و کرج سازگاری نشان داده است (Sepahvand, 2013). درواقع اهمیت کشت کینوا به سبب ارزش غذایی آن است؛ به‌طوری‌که دانه‌های آن

کربوهیدرات، لیپید و پروتئین متعادلی را برای تغذیه انسان و دام فراهم می‌کند. همچنین دارای منبع غنی از عناصر (K, Fe, Zn)، آنتی‌اکسیدان‌ها و ویتامین‌ها (B1, B2, C, E) می‌باشد (Khalili, 2019). لازم به ذکر است که وجود غلظت‌های مناسبی از عناصر آهن، روی و پتاسیم در گیاهان نه‌تنها سبب بهبود عملکرد و کیفیت گیاهان می‌شود بلکه در زنجیره غذایی برای رشد و سلامتی انسان و دام ضروری می‌باشد (Najafi *et al*., 2019). توسعه کشت گیاهانی چون کینوا که از ارزش غذایی بالایی برخوردار است و همچنین قابلیت تولید و عملکرد بالا در زمین‌های زراعی با حاصلخیزی کم را دارا می‌باشد، می‌تواند در جهت کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی تأثیر چشم‌گیری داشته باشد (Amiryousefi *et al*., 2020).

در یافته‌های محققین تأثیر کودهای شیمیایی بر صفات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه کینوا مثبت گزارش شده است (Abugoch, 2017)؛ اما مصرف بی‌رویه، نامتعادل و نابهنگام کودهای شیمیایی، خسارت‌های جبران‌ناپذیری به اکوسیستم‌های طبیعی مختلف وارد می‌کند (Malakooti, 2000). همچنین استفاده مداوم از این کودها بدون کاربرد کودهای آلی موجب تخریب خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک می‌شود و آلودگی زیست‌محیطی را نیز در پی خواهد داشت. درعین‌حال، مصرف کودهای شیمیایی در بوم‌نظام‌های زراعی را نباید به‌یک‌باره حذف کرد (Hosseinpour *et al*., 2015). کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و آلی، یکی از راهکارهای مؤثر برای اصلاح ساختمان فیزیکی و شیمیایی خاک، تولید محصول و حفظ عملکرد در سطح مطلوب می‌باشد (Sharma, 2006). در بررسی اثر کودهای دامی و شیمیایی بر عملکرد علوفه، دانه و غلظت برخی از عناصر غذایی در دانه جو مشخص شد که بیشترین غلظت عناصر آهن، روی و منگنز در دانه، با کاربرد تیمار ۱۰۰ درصد کود دامی و تیمار ۵۰ درصد کود دامی به همراه ۵۰ درصد کود شیمیایی حاصل می‌گردد (Ghanbari *et al*., 2013). در تحقیقی دیگر اثر تلفیقی اوره با کود دامی و کمپوست بر غلظت عناصر غذایی کم‌مصرف و سدیم در دانه، برگ و ساقه گندم بررسی گردید و نتایج نشان داد که کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم اوره به همراه ۶۰ تن کود آلی در هکتار، غلظت عناصر آهن، روی، مس و منگنز در اندام‌های مختلف را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داد (Najafi *et al*., 2019). در گزارشی دیگر مشخص شد که با مصرف کود دامی، کمپوست لجن فاضلاب و کمپوست پسماند شهری، عناصر آهن، روی و منگنز در شاخساره گیاه ذرت به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد (Najafi and Mohammadnejad, 2015). در پژوهشی مشابه، گزارش شده است که ماده آلی خاک، عملکرد، غلظت نیتروژن و فسفر در گیاه ذرت در اثر استفاده از کمپوست لجن فاضلاب افزایش یافته است (Saadat *et al*., 2012). همچنین تلفیق کودهای شیمیایی و کودهای زیستی موجب افزایش عملکرد گیاه کینوا نسبت به تیمار شاهد شده است (Amiryousefi *et al*., 2020).

از آنجایی‌که وضعیت اقلیمی اکثر مناطق ایران جهت رشد این گیاه مناسب می‌باشد و همچنین باتوجه به اینکه بررسی‌های محدودی در مورد اثر تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی بر جذب و غلظت عناصر غذایی در کینوا انجام شده است، ضروری است که خصوصیات این گیاه بیشتر مورد مطالعه قرار گیرد؛ بنابراین این تحقیق در راستای توسعهٔ کشاورزی پایدار با هدف انتخاب سطوح مناسب ورمی‌کمپوست و کودهای شیمیایی و اثر آن‌ها بر غلظت عناصر در دانه کینوا رد (Red quinoa) و برخی ویژگی‌های خاک مزرعه در منطقه سیستان اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در مزرعه پژوهشی دانشگاه زابل اجرا گردید. طول و عرض جغرافیایی این منطقه به ترتیب ۶۱ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی و ۳۱ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و ارتفاع آن از سطح دریا ۴۸۳ متر می‌باشد. بر اساس آمار هواشناسی، این منطقه جزء اقلیم‌های خشک و بسیار گرم، با میانگین بارندگی سالیانه ۶۳ میلی‌متر و دمای متوسط ۲۳ درجه سانتی‌گراد (حداکثر ۴۹ درجه سانتی‌گراد و حداقل ۷- درجه سانتی‌گراد) می‌باشد. مطالعه حاضر به‌صورت آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. عامل اصلی کود ورمی‌کمپوست در سه سطح شامل صفر، پنج و ۱۰ تن در هکتار و عامل فرعی، کود شیمیایی (اوره، سوپرفسفات‌تریپل و سولفات پتاسیم) در چهار سطح ۲۵ درصد توصیه شده (۱۲/۵ کیلوگرم اوره، ۲۵ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۲۵ کیلوگرم سولفات پتاسیم)، ۵۰ درصد توصیه شده (۲۵ کیلوگرم اوره، ۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم)، ۷۵ درصد توصیه شده (۳۷/۵

کیلوگرم اوره، ۷۵ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۷۵ کیلوگرم سولفات پتاسیم) و ۱۰۰ درصد توصیه شده (۵۰ کیلوگرم اوره، ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم) بود. قبل از انجام عملیات خاک‌ورزی، برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (جدول ۱) نمونه مرکب از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر تهیه گردید.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1- Some physical and chemical properties of the soil at the test site

بافت خاک Soil texture	شن Sand (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH	ماده آلی OM (%)	نیتروژن N (%)	فسفر P (ppm)	پتاسیم K (ppm)
لومی-شنی Sandy loam	70	17	13	1.36	7.73	0.83	0.05	14.8	256.4

پس از انجام عملیات شخم و دیسک، ابعاد کرت‌های اصلی ۲ × ۵/۵ مترمربع و ابعاد هر کرت فرعی ۲ × ۱ مترمربع در نظر گرفته شد. به‌طوری‌که فاصلهٔ بین دو بوته از هم ۱۰ سانتی‌متر، فاصلهٔ بین دو ردیف از هم ۲۵ سانتی‌متر و طول خطوط کاشت دو متر بود و مساحت زمین ۲۵۰ مترمربع در نظر گرفته شد. قبل از کاشت، کود فسفره از منبع سوپرفسفات‌تریپل و کود پتاسیم از منبع سولفات‌پتاسیم به زمین اضافه شد. کود نیتروژن هم از منبع اوره به‌صورت سرک در سه مرحله: قبل از کاشت، در مرحله ۶-۸ برگی و قبل از گلدهی استفاده شد. عملیات کاشت بذر کینوا در تاریخ ۲۰ آبان ۱۳۹۸ به روش خشکه‌کاری و به‌صورت دستی انجام شد. پس از اطمینان از سبز شدن و استقرار کامل گیاهچه اقدام به تنک کردن بوته‌ها شد. در دو نوبت، عملیات تنک و وجین علف‌های هرز در مراحل ۶-۴ و ۸-۶ برگی به‌صورت دستی انجام شد. در طول اجرای طرح، آفت یا بیماری در مزرعه مشاهده نگردید. عملیات برداشت در نیمه دوم فروردین سال ۱۳۹۹ انجام شد.

به‌منظور سنجش غلظت عناصر معدنی دانه کینوا از هر کرت به‌صورت تصادفی ۱۰ بوته انتخاب شد. سپس دانه از کاه و کلش جدا شد. سپس ۲ گرم از هر نمونه را توزین نموده در هاون چینی ریخته و در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ ساعت در کوره الکتریکی قرار داده تا به خاکستر تبدیل شدند، به هر نمونه خاکستر شده ۱۰ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۲ نرمال اضافه کرده و روی هیتر با دمای ۷۰ درجه قرار داده تا زمانی‌که بخار سفید رنگی از آن خارج شد، بعد از سرد شدن ۱۰ میلی‌لیتر از هر نمونه را از کاغذ صافی عبور داده و ۹۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن‌ها افزوده شد. بدین‌ترتیب جذب محلول به‌منظور سنجش فسفر در طول موج ۴۲۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر و روش اسیدآسکوربیک اصلاح شده (Karla, 1997)، درصد عنصر پتاسیم با دستگاه فلیم‌فتومتر، غلظت عناصر روی و آهن با دستگاه جذب اتمی و درصد ازت نیز پس از سنجش میزان پروتئین اندازه‌گیری شد. در پایان پس از رسم منحنی استاندارد برای عناصر آهن و روی مقدار آن‌ها بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک محاسبه گردید (Tabatabai, 2009). جهت اندازه‌گیری کربن آلی خاک از روش والکلی بلاک (Walkley and Black, 1934) و جهت به‌دست آوردن درصد ماده آلی خاک از رابطه ۱ استفاده شد (Ehyaei and Behbahani, 1997).

رابطه (۱) درصد ماده آلی = % OC× 1.724

تجزیه آماری داده‌های حاصل از آزمایش و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد و به کمک نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) انجام گرفت.

نتایج و بحث

غلظت نیتروژن در دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که نسبت‌های کودی مختلف بر غلظت نیتروژن موجود در دانه اثر معنی‌دار داشت (جدول ۲). نتایج مقایسات میانگین داده‌ها نشان داد که با افزایش هر یک از کودهای ورمی کمپوست و کود شیمیایی نیتروژن دانه افزایش می‌یابد. استفاده از ۱۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار به همراه ۷۵ درصد کود شیمیایی باعث افزایش غلظت نیتروژن دانه به میزان ۱۷/۴۶ نسبت به تیمار شاهد گردید. همچنین در ترکیب کودی ۷۵ درصد شیمیایی با ۵ تن ورمی‌کمپوست در هکتار افزایش این عنصر دانه به میزان ۱۳/۵۵ درصد بوده است (جدول ۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس غلظت عناصر موجود در دانه کینوا و ماده آلی خاک

Table 2- Analysis of variance of element concentrations in quinoa seeds and soil organic matter

منابع تغییرات SOV	درجه آزادی df	نیتروژن دانه Grain N	فسفر دانه Grain P	پتاسیم دانه Grain K	روی دانه Grain Zn	آهن دانه Grain Fe	پ‌تاسیم خاک Soil K	ماده آلی خاک Soil OM
تکرار Replication	2	901.82 ^{ns}	0.00009 ^{ns}	39194.66 ^{ns}	45.21 ^{ns}	0.0008 ^{ns}	722.19 ^{ns}	0.09 ^{ns}
ورمی‌کمپوست (a) Vermicompost (a)	2	177493.99**	0.001**	60707.1^{ns}	250.38 **	0.23**	912.52**	0.07**
خطای اصلی Main error	4	357.39	0.0003	34479.27	27.82	0.004	59.19	0.015
کود شیمیایی (b) Chemical fertilizer (b)	3	150748.92**	0.003**	57881.54**	142.17 **	0.03**	64.70^{ns}	0.06^{ns}
ورمی کمپوست× کود شیمیایی a×b	6	315740.59**	0.006**	225628.52**	144.54 **	0.08**	214.34^{ns}	0.22**
خطای فرعی Sub error	18	379.62	0.0004	38011.70	22.28	0.003	87.04	0.049
ضریب تغییرات C.V (%)	-	8.07	4.76	15.60	5.39	6.07	6.03	3.31

ns و **: به ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌داری در سطح آماری ۱ درصد می‌باشند.

ns and **: show no significant difference and significant difference at the statistical level of 1%.

جدول ۳- مقایسات میانگین غلظت عناصر موجود در دانه کینوا و ماده آلی خاک

Table 3- Comparisons of average concentrations of elements in quinoa seeds and soil organic matter

سطوح ورمی‌کمپوست Vermicompost levels (tons/ha)	سطوح کود شیمیایی Fertilizer levels (%)	نیتروژن دانه Grain N (%)	فسفر دانه Grain P (%)	پتاسیم دانه Grain K (%)	روی دانه Grain Zn (mg/kg)	آهن دانه Grain Fe (mg/kg)	ماده آلی خاک Soil OM (%)
0	25	0.142^{l}	0.26^{e}	0.085^{e}	77.54^{d}	59.09^{j}	0.89^{d}
	50	0.154^{j}	0.38^{d}	0.126^{abcd}	81.87^{cd}	70.27^{e}	0.90^{d}
	75	0.166^{i}	0.39^{d}	0.130^{abc}	76.53^{d}	68.18^{f}	0.92^{cd}
	100	0.203^{c}	0.39^{d}	0.132^{abc}	86.73^{bc}	62.12^{i}	0.93^{c}
5	25	0.146^{k}	0.40^{d}	0.104^{cde}	82.55^{cd}	67.77^{g}	0.93^{c}
	50	0.170^{h}	0.41^{d}	0.114^{bcde}	89.23^{bc}	62.32^{i}	0.94^{bc}
	75	0.189^{e}	0.43^{c}	0.125^{abcd}	88.66^{bc}	63.43^{h}	0.95^{bc}
	100	0.208^{b}	0.44^{c}	0.148^{ab}	95.37^{ab}	56.26^{k}	0.96^{b}
10	25	0.178^{g}	0.45^{c}	0.089^{de}	89.74^{bc}	82.02^{d}	0.96^{b}
	50	0.184^{f}	0.46^{c}	0.141^{abc}	102.67^{a}	90.11^{b}	0.98^{ab}
	75	0.195^{d}	0.53^{b}	0.145^{ab}	86.48^{bc}	84.25^{c}	1.01^{a}
	100	0.241^{a}	0.58^{a}	0.154^{a}	91.91^{b}	93.58^{a}	1.04^{a}

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف آماری معنی‌داری ندارند.

In each column, the means with common letters do not have a statistically significant difference.

به نظر می‌رسد آزادسازی تدریجی ترکیبات نیتروژنه موجود در ورمی‌کمپوست در طول فصل رشد گیاه، باعث افزایش محتوای نیتروژن در گیاه گردیده است که در یافته‌های سایر محققین نیز به آن اشاره شده است (Mahmud *et al.*, 2018). در گزارش‌های محققین افزایش نیتروژن دانه با کاربرد کودهای آلی گزارش شده است (Rezaenejad and Afyuni, 2001). همچنین با افزودن کود شیمیایی به خاک، میزان نیتروژن خاک افزایش یافته و به تبع آن میزان جذب این عنصر توسط گیاه افزایش و با انتقال آن به دانه، درصد نیتروژن دانه کینوا افزایش می‌یابد (Papan *et al.*, 2021). با افزایش بیشتر عرضه کود نیتروژن، درصد نیتروژنی که به صورت آبشویی از دسترس خارج می‌شود کاهش یافته و بنابراین افزایش کود نیتروژن می‌تواند باعث افزایش نیتروژن موجود در دانه شود (Fathi *et al.*, 2020). یافته‌های سایر محققین نیز نشان‌دهنده افزایش غلظت نیتروژن دانه کینوا با افزایش مصرف کود نیتروژن است (Shams, 2012).

غلظت فسفر در دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که کودهای مختلف بر غلظت فسفر موجود در دانه در سطح احتمال ۱ درصد اثر معنی‌دار داشت (جدول ۲). با توجه به نتایج مقایسه میانگین می‌توان دریافت که کاربرد ورمی‌کمپوست به همراه کودهای شیمیایی تأثیر بیشتری در افزایش غلظت فسفر دانه دارد. در میان تیمارهای آزمایش، تیمار ورمی‌کمپوست در سطح ۱۰ تن در هکتار و کودهای شیمیایی در سطح ۱۰۰ درصد، در مقایسه با تیمار شاهد به میزان ۴۸/۷۲ درصد و در مقایسه با تیمار ۵ تن ورمی‌کمپوست در هکتار به میزان ۳۱/۸۱ درصد سبب افزایش غلظت فسفر دانه گردید (جدول ۳). مشخص شده است که با تجزیه شدن مواد آلی موجود در کودهای آلی همچون ورمی‌کمپوست، دی‌اکسید کربن تولید می‌شود. در نتیجه‌ی ترکیب شدن دی‌اکسید کربن با آب، اسیدکربنیک تولید می‌شود که به نظر می‌رسد وجود این اسید در خاک‌های قلیایی، حلالیت ترکیبات فسفره را افزایش می‌دهد و در نهایت جذب این ترکیبات بهبود می‌یابد (Afzalinejad *et al.*,2021). از سوی دیگر مصرف ورمی‌کمپوست از طریق بهبود فراهم کردن جذب عناصر غذایی و فعالیت میکروبی خاک، باعث افزایش بیوماس گیاه و در نتیجه افزایش غلظت فسفر جذب شده توسط گیاه می‌گردد (Salehi *et al.*, 2011). یافته‌های محققین دیگر نیز نشان‌دهنده افزایش غلظت فسفر دانه کینوا با افزایش مصرف کود اوره است (Papan *et al.*, 2021). همچنین افزایش فسفر دانه با کاربرد کودهای دامی (Safarzadeh Shirazi *et al.*, 2019)، ورمی‌کمپوست و کودهای شیمیایی (Uddin *et al.*, 2012) نیز گزارش شده است.

غلظت پتاسیم در دانه

طبق نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه واریانس داده‌ها، برهم‌کنش ورمی‌کمپوست با کودهای شیمیایی بر غلظت پتاسیم موجود در دانه در سطح احتمال ۱ درصد اثر معنی‌داری نشان داد؛ اما اثر ساده ورمی‌کمپوست بر غلظت این عنصر اثر معنی‌دار نداشت (جدول ۲). باتوجه به نتایج مقایسات میانگین، بیشترین غلظت پتاسیم دانه با مصرف ۱۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار به همراه ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و کمترین مقدار این عنصر در استفاده تنها ۲۵ درصد کود شیمیایی به دست آمد. لذا غلظت پتاسیم دانه در اثر استفاده از کود شیمیایی افزایش یافته است (جدول ۳). می‌توان بیان نمود که نیتروژن سبب افزایش جذب کاتیون‌ها می‌شود و با جذب نیتروژن توسط گیاه، افزایش نسبی در میزان جذب عناصر غذایی دیگر در گیاه به وجود می‌آید (Amjadian *et al.*, 2018). محققین اظهار داشتند که کود ورمی‌کمپوست باعث افزایش قابل‌توجهی از عناصر غذایی ضروری به‌صورت قابل جذب برای گیاه می‌شود (Ngo *et al.*, 2013). همچنین با افزایش سطوح و دفعات به‌کارگیری ورمی‌کمپوست در خاک، غلظت عناصر غذایی در خاک افزایش پیدا می‌کند (Matos and Arrunda, 2003)؛ بنابراین با کاربرد کودهای آلی مانند ورمی‌کمپوست به همراه کودهای شیمیایی، بین عناصر کم‌مصرف و پرمصرف تعادل برقرار می‌شود که منجر به جذب بیشتر پتاسیم در گیاه می‌گردد (Amjadian *et al.*, 2018).

غلظت روی در دانه

تیمارهای کودی مختلف بر میزان غلظت عنصر روی دارای اثر معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد بودند (جدول ۲). بیشترین تأثیر مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست در سطح ۱۰ تن در هکتار و کودهای شیمیایی در سطح ۵۰ درصد با میزان

۱۰۲/۶۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. کاربرد ۱۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار در مقایسه با تیمار شاهد به میزان ۲۵/۹۲ درصد و در مقایسه با مصرف ۵ تن ورمی‌کمپوست در هکتار حدود ۱۴/۶۷ درصد باعث افزایش غلظت روی در دانه شد (جدول ۳). طبق نتایج پژوهش‌گران، خاک‌های آهکی دارای مواد آلی کمی بوده و pH بالای این خاک‌ها منجر به دسترسی کم گیاه به بعضی عناصر کم‌مصرف مثل روی می‌شود؛ بنابراین می‌توان با کاربرد کودهای آلی، ماده آلی خاک را افزایش داد و تا حد زیادی مشکل کمبود عناصر کم‌مصرف را رفع کرد (Khadem *et al.*, 2014). سایر محققین با بررسی برخی اصلاح‌کننده‌های آلی و معدنی بر میزان عناصر پرمصرف و کم‌مصرف خاک تحت کشت کینوا گزارش کردند که با افزایش استفاده از کودهای آلی و شیمیایی به‌عنوان اصلاح‌کننده‌های خاک، غلظت عناصر فسفر، پتاسیم، مس، آهن، منگنز و روی در گیاه کینوا افزایش می‌یابد (Rahimi Alashti, 2021).

غلظت آهن در دانه

اثرات ساده و متقابل سطوح مختلف کودی بر میزان غلظت عنصر آهن موجود در دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج نشان داد بیشترین غلظت عنصر آهن در دانه مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست در سطح ۱۰ تن در هکتار و کودهای شیمیایی در سطح ۱۰۰ درصد با میزان ۹۳/۵۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که این مقدار بیانگر افزایش ۵۰/۶۴ درصدی غلظت آهن دانه در مقایسه با تیمار شاهد می‌باشد (جدول ۳). پژوهش‌ها نشان داده است که با افزایش نیتروژن، سطح آنزیم‌های انتقال‌دهنده عناصر کم‌مصرف و کلات‌هایی مثل نیکوتین‌آمید که در انتقال آهن نقش دارند، افزایش می‌یابد (Haydon and Cobbett, 2007). همچنین افزایش غلظت آهن در حضور کودهای آلی را می‌توان به بیشتر بودن غلظت آهن در این کودها نسبت به خاک مزرعه مربوط دانست (Najafi *et al.*, 2019). به نظر می‌رسد که تجزیه مواد آلی کودها، تشکیل اسیدهای آلی و افزایش اسیدکربنیک خاک را به دنبال داشته که در نهایت با کاهش pH خاک می‌تواند بر قابلیت جذب عناصر کم‌مصرف مانند آهن اثر بگذارد. علاوه بر این، افزایش مقدار آهن قابل جذب خاک در اثر کاربرد کودهای آلی، می‌تواند به دلیل وجود مقدار قابل ملاحظه این فلز در این کودها باشد (Khadem *et al.*, 2014).

غلظت پتاسیم محلول خاک

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ورمی‌کمپوست بر غلظت پتاسیم محلول خاک در سطح ۱ درصد اثر معنی‌دار داشت؛ اما کودهای شیمیایی و برهم‌کنش ورمی‌کمپوست با کودهای شیمیایی بر غلظت پتاسیم محلول خاک اثر معنی‌دار نداشت (جدول ۲). با مصرف ۱۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار غلظت پتاسیم محلول خاک به میزان ۲۹/۲ درصد در مقایسه با تیمار شاهد و به میزان ۱۲/۵۶ درصد در مقایسه با تیمار ۵ تن افزایش یافته است (جدول ۴). نتایج پژوهش‌گران بیانگر آن است که ورمی‌کمپوست دارای اکثر عناصر غذایی ضروری مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم محلول برای خاک و رشد گیاه می‌باشد (Gutierrez *et al.*, 2007). در گزارش محققی دیگر بیان شده است که در فضولات کرم‌های خاکی مورد استفاده در ورمی‌کمپوست، مقادیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم به مقدار ۵-۱۱ برابر بیشتر از خاک می‌باشد (Smith, 1998). سایر محققین با بررسی تأثیر کاربرد زه‌آب مزرعه نیشکر و کود اوره بر برخی خصوصیات خاک و غلظت عناصر غذایی دانه کینوا، بیان کردند افزایش نیتروژن رابطه‌ی مستقیمی با افزایش پتاسیم محلول در خاک دارد؛ به‌طوری‌که بیشترین پتاسیم محلول خاک در تیمار آبیاری با زه‌آب مزرعه نیشکر و دو سطح کود اوره (۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار) بود (Papan *et al.*, 2021).

جدول ۴- مقایسه میانگین غلظت عنصر پتاسیم محلول خاک

Table 4- Comparison of average concentration of soluble potassium in soil

سطوح ورمی‌کمپوست Vermicompost levels (tons/ha)	پتاسیم محلول خاک Soil k (ppm)
0	312[c]
5	358[b]
10	403[a]

ماده آلی خاک

باتوجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها مشخص شد که کود ورمی‌کمپوست به‌تنهایی و همچنین همراه با کودهای شیمیایی بر ماده آلی خاک در سطح احتمال ۱ درصد تأثیر معنی‌دار داشت (جدول ۲). بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از مقایسات میانگین داده‌ها، با مصرف ۱۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار به همراه ۱۰۰ درصد کود شیمیایی، افزایش ۱۱/۸۲ درصدی ماده آلی خاک نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد و بیشترین ماده آلی خاک با مقدار ۱/۰۴ درصد به دست آمد (جدول ۳). مشخص شده است که استفاده از کودهای شیمیایی به‌تنهایی سبب هیدرولیز کربن آلی خاک گشته و ماده آلی خاک را کاهش می‌دهد، درحالی‌که کاربرد تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک می‌گردد (Akbari *et al.*, 2019). برخی از محققین با بررسی اثر کاربرد تیمارهای ورمی‌کمپوست بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، بهبود تمامی خصوصیات خاک، به‌ویژه افزایش درصد ماده آلی آن را گزارش کردند (Ahmad Abadi *et al*., 2012). در مطالعه‌ای دیگر نیز افزایش معنی‌دار ماده آلی خاک با کاربرد کودهای آلی گزارش شده است (Rezaenejad and Afyuni, 2001). کاربرد ورمی‌کمپوست به همراه کودهای شیمیایی در خاک‌های زراعی، دارای تأثیر مثبت بر وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک می‌باشد؛ به‌طوری‌که کاربرد آن در خاک به‌عنوان کود باعث بهبود نفوذپذیری خاک، افزایش محتوای آب خاک، افزایش کربن آلی و ماده آلی خاک می‌گردد (Ahmad Abadi *et al.*, 2012). یافته‌های سایر محققین نیز نشان می‌دهد که استفاده از کودهای آلی به‌تنهایی و یا به‌صورت تلفیقی با کودهای شیمیایی منجر به افزایش محتوی کربن آلی خاک و عملکرد گیاه می‌گردد (Agegnehu *et al.*, 2016).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که کاربرد ۱۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار به همراه کودهای شیمیایی باعث مواد آلی خاک و همچنین افزایش غلظت عناصر غذایی دانه کینوا گردید. توسعه کشت گیاهانی چون کینوا که از ارزش غذایی بالایی برخوردار است و همچنین قابلیت تولید و عملکرد بالا در زمین‌های زراعی با حاصلخیزی کم را دارا می‌باشد، می‌تواند در جهت کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی تأثیر چشم‌گیری داشته باشد؛ بنابراین با توجه به وضعیت اقلیمی مناسب منطقه سیستان، معرفی کینوا به‌عنوان گیاهی که قابلیت رشد در این منطقه را دارد، سبب می‌شود تا تنوع در محصولات زراعی، تولید پایدار، درآمد کشاورزان و امنیت غذایی در این منطقه افزایش یابد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان تحقیق بدین‌وسیله از حمایت‌های مالی دانشگاه زابل (گرنت شماره ۹۷۱۸۵۳) تقدیر و تشکر می‌نمایند.

References

Abugoch, L.E. 2017. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Composition, chemistry, nutritional, and functional properties. *Food and Nutrition Research*, 58: 1-31.

Afzalinejad, F., Ghasemi, S., Seyfati, S.E. and Shahbazi, S. 2021. The effect of sewage sludge on the growth and some nutrient elements of three quinoa genotypes in a calcareous and saline soil. *JWSS-Isfahan University of Technology*, 24(4): 127-139. (In Persian).

Agegnehu, G., Bass, A.M., Nelson, P.N. and Bird, M.I. 2016. Benefits of biochar, compost and biochar–compost for soil quality, maize yield and greenhouse gas emissions in a tropical agricultural soil. *Science of the Total Environment*, 543: 295-306.

Ahmad Abadi, Z., Ghajar Sepanlou, M. and Rahimi Alashti, S. 2012. Effect of vermicompost on physical and chemical properties of soil. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 15(58): 125-137. (In Persian).

Akbari, H. and Modarres-Sanavy, S.A.M. 2019. Effects of nutritional management on yield, nitrogen use efficiency, soil organic carbon and nitrogen in canola-wheat crop rotation. *Agroecology*, 10(4): 1245-1257. (In Persian).

Amiryousefi, M., Tadayon, R. and Ebrahimi, R. 2020. Effect of chemical and biological fertilizers on some physiological traits, yield components and yield of quinoa plant. *Journal of Crop Production and Processing*, 10(2): 1-17. (In Persian).

Amjadian, E., Ghanbari, A. and Khamari, I. 2018. Investigating management plant nutrition (organic and inorganic and blended fertilizers): on the accumulation and balance elements macro and micro in wheat seed (*Triticum aestivum* L.). *Agroecology*, 10(1): 186-202. (In Persian).

Barari Tari, D., Fathi, A., Fallah, H. and Niknezhad, Y. 2020. Effect of tillage systems and fertilization (NPK) on quantitative and qualitative traits of corn (*Zea mays* L.). *Journal of Plant Ecophysiology*, 12(40): 102-115. (In Persian).

Bhargava, A., Shukla, S. and Ohri, D. 2006. *Chenopodium quinoa*- An India perspective. *Industrial Crops and Products*, 23: 73-78.

Ehyaei, M. and Behbahani, A.A. 1997. Description of soil chemical decomposition methods. Agricultural Research, Education and Extension Organization, Soil and Water Research Institute. (In Persian).

FAO (Food and Agriculture Organization). 2011. "FAOSTAT: Production, Crops, Sugar beet, 2010 data". Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), available at: www.fao.org.

Fathi, A., Kardoni, F., Bahamin, S., Khalil Tahmasebi, B. and Naseri, R. 2017. Investigating the management strategy of the integrated system of organic and biological inputs on growth and yield characteristics in corn cultivation. *Applied Research of Plant Ecophysiology*, 4(1): 137-156. (In Persian).

Ghanbari, A., Esmaeilian, Y. and Babaeian, M. 2013. Effect of livestock and chemical fertilizers on forage yield, grain and concentration of some nutrients in barley grain (*Hordeum vulgare* L.). *Journal of Plant Environmental Ecophysiology*, 8(3): 23-36. (In Persian).

Gutiérrez-Miceli, F.A., Santiago-Borraz, J., Molina, J.A.M., Nafate, C.C., Abud-Archila, M., Llaven, M.A.O. and Dendooven, L. 2007. Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicum esculentum*). *Bioresource Technology*, 98(15): 2781-2786.

Haydon, M.J. and Cobbett, C.S. 2007. Transporters of ligands for essential metal ions in plants. *New Physiologist*, 174: 499-506.

Jancurova, M., Minarovicova, L. and Danar, A. 2009. Quinoa-a review. *Czech Journal of Food Sciences*, 27(2): 71-79.

Kalra, Y. 1997. Handbook of reference methods for plant analysis. CRC press.

Khadem, A., Golchin, A. and Zaree, E. 2014. Effects of manure and sulfur on nutrients uptake by corn (*Zea mays* L.). *Applied Field Crops Research*, 27(103): 2-11. (In Persian).

Khalili, S., Bastani, A. and Bagheri, M. 2019. Effect of different levels of irrigation water salinity and phosphorus on some properties of soil and quinoa plant. *Iranian Journal of Soil Research*, 33(2): 155-166. (In Persian).

Mahmud, M., Abdullah, R. and Syafawati Yaacob, J. 2018. Effect of vermicompost amendment on nutritional status of sandy loam soil, growth performance, and yield of pineapple (*Ananas comosus* var. MD2) under field conditions. *Agronomy*, 8(9): Article No. 183.

Malakooti, M.J. 2000. Sustainable agriculture and yield increment by optimum fertilizer utilization in Iran. Agricultural Extension Publications. (In Persian).

Matos, G.D. and Arruda, M.A.Z. 2003. Vermicompost as natural adsorbent for removing metal ions from laboratory effluents. *Process Biochemistry*, 39(1): 81-88.

Najafi, N., Ahmadinezhad, R., Aliasgharzad, N. and Oustan, S. 2019. Effects of urea integration with manure and two types of compost (municipal waste and sewage sludge) on concentrations of micronutrients and sodium in wheat leaf, stem and seed. *Journal of Water and Soil Conservation*, 26(3): 1-27. (In Persian).

Najafi, N. and Mohammadnejad, A. 2015. Differential concentrations of some nutrient element in forage of corn (*Zea mays* L.) as affected by organic fertilizers and soil compaction. *Journal of Crop Ecophysiology*, 9(4): 561-582. (In Persian).

Ngo, P.T., Rumpel, C., Ngo, Q.A., Alexis, M., Vargas, G.V., Gil, M.D.L.L.M. and Jouquet, P. 2013. Biological and chemical reactivity and phosphorus forms of buffalo manure compost, vermicompost and their mixture with biochar. *Bioresource Technology*, 148: 401-407.

Papan, P., Moezzi, A., Choorom, M. and Rahnama, A. 2021. The effect of urea fertilizer application and sugarcane field drainage on some soil properties, grain yield and nutrient concentrations in quinoa seeds. *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 11(2): 71-90. (In Persian).

Pasandi Pour, A. and Farahbakhsh, H. 2017. Investigation of the NPK nutrition of henna ecotypes (*Lowsonia inermis* L.) based on photosynthetic and growth indices in Shahdad area. *Journal of Crop Ecophysiology*, 4(44): 821-836. (In Persian).

Rahimi Alashti, S., Bahmanyar, M., Ghajarsepanlu, M., Sadegh Zade, F. and Mokhtassi, A. 2021. The effect of some organic and mineral amendments on soil macronutrient and micronutrient under quinoa cultivation in stress status (water). *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 11(2): 25-48. (In Persian).

Rezaenejad, Y. and Afyuni, M. 2001. Effect of organic matter on soil chemical properties and corn yield and elemental uptake. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 4(4): 19-29. (In Persian).

Rigi, S.D., Dahmardeh, M., Khammari, I. and Moosavi Nik, S.M. 2020. Evaluation of organic fertilizers on yield and yield components in intercropping of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) and cow pea (*Vigna unguiculata* L.), *Agroecology*, 12(2): 211-226. (In Persian).

Saadat, K., Barani, M.M., Dordipour, E. and Ghasemnezhad, A. 2012. Influence of sewage sludge on some soil properties, yield and concentration of lead and cadmium in roots and shoots of Maize. *Electronic Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 2(2): 27-48. (In Persian).

Safarzadeh Shirazi, S., Karami, S. and Golmakani, M.T. 2019. Effect of some organic and chemical amendments on some micro and macronutrient uptake in spinach. *Applied Soil Research*, 7(3): 122-133. (In Persian).

Salehi, A., Ghalavand, A., Sefidkan, F. and Asgharzadeh, A. 2011. The effect of zeolite, PGPR and vermicompost application on N, P, K concentration, essential oil content and yield in organic cultivation of German Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 27(2): 188–201. (In Persian).

Shams, A.S. 2012. Response of quinoa to nitrogen fertilizer rates under sandy soil conditions. *Proceeding of 13th International Conference of Agronomy*, Benha University, Egypt, 9-10 September. 195-205.

Sharma, R.K., Agrawal, M. and Marshall, F. 2006. Heavy metal contamination in vegetables grown in wastewater irrigated areas of Varanasi, India. *Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology*, 77(2): 312-318.

Smith, K. 1998. Practical guide to raising earthworm (basic vermiculture information) KW rabbit and worm. *Bioresource Technology*, 84(2): 191-196.

Tabatabai, S.J. 2009. *Principles of mineral nutrition of plants*. First Edition, Author Publications, 389 p. (In Persian).

Uddin, M., Kashem, A. and Osman, K.T. 2012. Effect of organic and inorganic fertilizers on phytoavailability of phosphorus to water spinach (*Ipomoea aquatica* cv. Kankon). *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*, 7(3): 152-156.

Walkley, A.J. and Black, I. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37(1): 29-38.

Journal of Crop Science Research in Arid Regions/ Volume 4, Issue 1, Spring and Summer 2022, P. 77-86

Effect of chemical fertilizers and vermicompost on the field soil properties and nutrient concentrations of quinoa seed (Red cultivar) in Sistan region

Afsaneh SoltanZadeh[1], Ahmad Ghanbari[2], Esmaeel Seyedabadi[2*]

[1] Msc graduate of Agroecology, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran
[2] Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran

[*]Corresponding Author: E.Seyedabadi@uoz.ac.ir

Received: 19 December 2021 Accepted: 18 February 2022 **DOI: 10.22034/CSRAR.2022.320562.1170**

Abstract

Introduction: Quinoa (*Chenopodium quinoa*) seeds are an excellent source of antioxidants, vitamins (B1, B2, C, E), and minerals (K, Fe, and Zn). Considering its nutritional value, the cultivation of quinoa is crucial. This plant can produce high yields in soils with low fertility. Various natural ecosystems are irreparably harmed by the misuse and imbalanced application of chemical fertilizers. In addition, continuous use of these fertilizers without organic fertilizers will degrade the soil's physical, chemical, and biological properties, leading to environmental degradation. The use of organic fertilizers such as vermicompost increases plant yield and improves soil structure by increasing the amount of available water and nutrients to plants, followed by an increase in the soil's organic matter content. In this study, we proposed optimal levels of vermicompost and chemical fertilizers and evaluated their impact on the elemental content of red quinoa and certain soil properties in the Sistan region.

Materials and Methods This research was conducted on the research farm of the University of Zabol during the 2019-2020 growing season. The experiment was conducted using split plots in randomized complete block designs with three replications. In this experiment, three levels of vermicompost were considered for the main plot (zero, five, and ten tons per hectare), while four levels of chemical fertilizer were considered for the subplot (25, 50, 75, and 100 percent). To determine the physical and chemical properties of the soil, samples were taken from a depth range of 0 to 30 cm prior to the commencement of tillage. Before planting, triple superphosphate and potassium sulfate fertilizers were added to the soil. Before planting, during the 6-8 leaf stage, and prior to flowering, nitrogen fertilizer derived from urea is applied. After harvest, the proportion of soil organic matter and grain elements was determined. SAS software (version 9.1) was used for statistical analysis and mean comparison .

Results and Discussion: According to the results, the combined effect of vermicompost and chemical fertilizers was significant for all measured properties with the exception of the concentration of soil - soluble potassium (concentrations of N, P, K, Fe, and Zn in grain, and soil organic matter). Compared to the control treatment, the amount of seed elements such as nitrogen, phosphorus, potassium, zinc, and iron as well as soil organic matter increased by 18.71, 48.71, 16.66, 5.97, 50.64, and 11.82%, respectively, when 10 tons of vermicompost was applied per hectare with 100 percent of the recommended chemical fertilizers. Vermicompost had a significant effect on the concentration of soluble potassium in the soil, but the concentration of this element was unaffected by the combined effects of vermicompost and chemical fertilizers. The highest amount of soil-soluble potassium was produced by 10 tons of vermicompost per hectare, which increased by approximately 29.2% compared to the control treatment.

Conclusion: In conjunction with chemical fertilizers, 10 tons of vermicompost per hectare increased soil organic matter and quinoa nutrient concentrations. Development of high-nutritional-value crops that can be grown on low-fertility arable land, such as quinoa, can significantly reduce the use of chemical inputs. Due to the favorable climatic conditions, the introduction of quinoa as a plant that grows in the Sistan region will increase the region's crop diversity, sustainable production, farmer incomes, and food security.

Keywords: Organic fertilizers, Seed nitrogen, Seed potassium, Soil organic matter